



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 39 16 418.7
22 Anmeldetag: 19. 5. 89
43 Offenlegungstag: 22. 11. 90

DE 39 16 418 A 1

71 Anmelder:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:

Hoffmann, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE;
Decker, Ralf, Dipl.-Ing., 8044 Unterschleißheim, DE;
Huber, Gerd, Dipl.-Ing., 8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der aus einer Kraftstoffeinspritzdüse einer luftverdichtenden Einspritzbrennkraftmaschine austretenden Kraftstoffmenge

Es wird eine Vorrichtung zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der aus einer Kraftstoffeinspritzdüse einer luftverdichtenden Einspritzbrennkraftmaschine austretenden Kraftstoffmenge beschrieben. Hierzu ist an die Kraftstoffeinspritzdüse ein flüssigkeitsbefülltes Meßrohr angeschlossen, in dessen Verlauf eine Einrichtung zur Einstellung eines vorgegebenen Druckes und eine Einrichtung zur Dämpfung von durch das Meßrohr laufenden Druckwellen vorgesehen ist. Um eine einfache und störungsfreie Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der Kraftstoffeinspritzmenge in jedem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, zum einen die Einrichtung zur Dämpfung der Druckwellen als ein aus mehreren Dämpfungsrohren geringen Querschnittes bestehendes Rohrbündel auszubilden, wobei die Summe der Einzelquerschnitte der Dämpfungsrohre wenigstens nahezu gleich dem Querschnitt des Meßrohres ist und zum anderen die Druckeinstelleinrichtung als ein hinter dem Rohrbündel vorgesehener Druckregler auszubilden.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der aus einer Kraftstoffeinspritzdüse einer luftverdichtenden Einspritzbrennkraftmaschine austretenden Kraftstoffmenge gemäß Oberbegriff des Hauptanspruches.

Bei einer derartigen aus der "Motortechnische Zeitschrift, MTZ 25/7 (1964), Seite 268-282" bereits bekannten Vorrichtung ist vorgesehen, den Druck im Meßrohr über ein erstes Drosselventil einzustellen. Um die nach erfolgter Einspritzung an dem Drosselventil (Querschnittsverringern) reflektierten Druckwellen, welche das Meßergebnis verfälschen würden, bis zum Beginn der nächsten Einspritzung zu dämpfen, ist in dem Meßrohr, noch vor dem Drosselventil zur Druckeinstellung, ein weiteres Drosselventil vorgesehen, in welchem die reflektierte Druckwelle beim Hin- und Herlaufen infolge einer verstärkten Wandreibung in diesem Bereich zusätzlich gedämpft wird. Diese Meßvorrichtung hat jedoch den Nachteil, daß für jeden Betriebspunkt der Brennkraftmaschine eine separate und aufwendige Abstimmung der beiden Drosselventile aufeinander erforderlich ist, will man den störenden Einfluß von reflektierten Druckwellen auf das Meßergebnis verhindern.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der im Oberbegriff des Hauptanspruches beschriebenen Art zu schaffen, mit welcher eine einfache und störungsfreie Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der Kraftstoffeinspritzmenge in jedem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine möglich ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Hauptanspruches gelöst.

Dadurch, daß im Übergang in das Dämpfungsrohrbündel keine Querschnittsverengung gegeben ist, kommt es an dieser Stelle zu keiner Reflexion der durch den Einspritzvorgang ausgelösten Druckwelle. Am Meßrohrende dagegen, tritt an dem Druckregler noch eine Druckwellenreflexion auf. Diese nun hin- und herlaufende Druckwelle erfährt jedoch beim Passieren des aus vielen Einzelrohren geringen Querschnittes bestehenden Rohrbündels eine sehr starke Dämpfung und zwar deshalb weil infolge einer vergrößerten Oberfläche in diesem Bereich eine erhöhte Wandreibung gegeben ist. Da die Druckwelle vor Erreichen des querschnittverschließenden bzw. des querschnittverengenden Druckreglers bereits das Rohrbündel passiert hat, kommt es am Rohrende ohnehin nur noch zu einer Reflexion einer schon gedämpften Druckwelle. Durch den stromab des Rohrbündels angeordneten Druckregler ist gewährleistet, daß in jedem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine der vorgegebene Standdruck im Meßrohr nicht überschritten werden kann. Bevor es nach einem Einspritzvorgang zu einem Druckanstieg über den vorgegebenen Standdruck hinaus kommt, fließt eine entsprechend geringe Menge von der Meßrohrflüssigkeit am Druckregler ab. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist damit gewährleistet, daß der Meßrohrinhalt bis zum Beginn der folgenden Einspritzung vollkommen zur Ruhe gekommen ist, egal in welchem Betriebspunkt (Last und Drehzahl) der Einspritzverlauf ermittelt wird. Eine aufwendige Abstimmung bzw. Justierung der Druckeinstelleinrichtung und der Einrichtung zur Dämpfung reflektierter bzw. durch die Meßrohrflüssigkeit laufender Druckwellen auf den jeweiligen Betriebspunkt ist damit nicht mehr erforderlich.

Mit der Ausgestaltung nach Anspruch 3 ist ein einfach aufgebauter Druckregler aufgezeigt.

Da der Zusammenhang zwischen der Einspritzrate und dem Druckverlauf unter anderem abhängig ist von der Dichte des Meßrohrinhaltes und von der Schallgeschwindigkeit in dem Meßrohrinhalt, und diese beiden Größen wiederum temperaturabhängig sind, kann mit einer Ausgestaltung nach Anspruch 5 eine zusätzliche Verbesserung der Meßgenauigkeit erreicht werden. Ferner verhindert die Konstanthaltung der Meßrohrtemperatur zusätzliche Reflexionen aus dem Meßrohr aufgrund gegebener Temperaturschichtungen (Dichteunterschiede).

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Prinzipskizze dargestellt.

Es zeigt 1 eine Kraftstoffeinspritzdüse einer Dieselmotorkraftmaschine, über welche der Kraftstoff ausgehend von einer in der Zeichnung nicht dargestellten Hochdruckeinspritzpumpe in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingebracht wird. Zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der Kraftstoffeinspritzmenge einzelner Einspritzungen ist die Einspritzdüse 1 aus dem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine herausgenommen und an ein Meßrohr 2 angeschlossen, welches mit Dieselmotorkraftstoff gefüllt ist. In dem Verlauf dieses Meßrohres 2 ist ein aus 11 Dämpfungsrohren 3 bestehendes Rohrbündel 4 angeordnet. Der Innendurchmesser eines jeden Dämpfungsrohres beträgt 1,5 mm. Dabei ist der Querschnitt des Meßrohres 2 gleich der Summe der Querschnitte der einzelnen Dämpfungsrohre 3. Hinter dem Rohrbündel 4 ist das Meßrohr 2 an einen als Membranventil ausgebildeten Druckregler 5 angeschlossen. Das Membranventil 5 besteht aus einem Gehäuse 6, welches zwei durch eine Membran 7 voneinander getrennte Kammern 8 und 9 begrenzt. Die erste Kammer 8 ist mit dem Meßrohr 2 verbunden. Ferner ist von dieser ersten Kammer 8 eine Ablaufleitung 10 abgezweigt, deren Querschnitt durch die Membran 7 derart steuerbar ist, daß dann, wenn der Druck in der ersten Kammer 8 größer ist als in der zweiten Kammer 9, die Ablaufleitung 10 geöffnet ist und in dem Fall, daß der Druck in der zweiten Kammer 9 größer ist als der in der ersten Kammer 8 die Ablaufleitung 10 durch die Membran 7 verschlossen bleibt. Die zweite Kammer 9 ist dabei an eine frei einstellbare, in der Zeichnung jedoch nicht sichtbare Gasdruckquelle angeschlossen. Über den Druckregler 5 läßt sich damit jeder beliebige Standdruck im Meßrohr 2 einstellen.

Im Bereich des Anschlusses an die Kraftstoffeinspritzdüse 1 sind auf der Außenwand des Meßrohres 2 über dessen Umfang verteilt mehrere in geeigneter Weise zueinander geschaltete Dehnmeßstreifen 11 befestigt, über welche die durch eine vorbeilaufende Druckwelle verursachte Meßrohrdehnung nach einem Einspritzvorgang, bzw. ein dieser Größe entsprechendes elektrisches Signal erfaßt wird. Dieses Signal wird über die Meßwertleitung 12 einer elektronischen Steuer- bzw. Auswerteeinheit 13 zugeführt.

Das gesamte Meßrohr 2 einschließlich dem Dämpfungsrohrbündel 4 ist zur Erhöhung der Meßgenauigkeit in ein in der Zeichnung der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestelltes Flüssigkeitsbad eingesetzt, dessen Temperatur konstant gehalten wird.

Erfolgt nun eine Einspritzung über die Einspritzdüse 1, so entsteht eine Druckwelle, welche durch die Meß-

BEST AVAILABLE COPY

rohrflüssigkeit hindurchläuft. Der zeitliche Verlauf dieser Druckwelle ist dem zeitlichen Verlauf der Kraftstoffeinspritzmenge direkt proportional. Da diese Druckwelle nun eine entsprechende zeitliche Rohrdehnung verursacht, entspricht das über die Dehnmeßstreifen 11 und die Meßwertleitung 12 an die Steuereinheit 13 übergebene Signal genau dem zeitlichen Verlauf der Kraftstoffeinspritzmenge. Dieser Verlauf wird nach entsprechender Auswertung in der elektronischen Steuereinheit 13 (Berücksichtigung der Proportionalitätskonstanten) über eine geeignete Ausgabereinheit, z.B. ein Oszilloskop 19 ausgegeben. Dabei stellt die Fläche unterhalb der Kurve 20 die gesamte Einspritzmenge eines Einspritzvorganges dar.

Intern in der elektronischen Steuereinheit 13 wird der Einspritzverlauf aufintegriert und kann als Gesamt- oder Teileinspritzmenge angezeigt werden. Zusätzlich werden Spritzmengenschwankungen von Spiel zu Spiel angezeigt. Ferner gibt die elektronische Steuereinheit 13 eine winkelkonstante Ablenkungsspannung aus, mit der eine Betrachtung eines Winkelintervalles unabhängig von der Drehzahl am Oszilloskop möglich ist.

Die Druckwelle wandert weiter durch die Meßrohrflüssigkeit hindurch und gelangt schließlich an das erfindungsgemäße Dämpfungsrohrbündel 4. Da beim Übergang in das Rohrbündel 4 keine Querschnittsverringeringe gegeben ist (Querschnitt des Meßrohres 2 = Summe der Einzelquerschnitte der Dämpfungsrohre 3), kommt es auch zu keiner Reflexion der Druckwelle an dieser Stelle. Die relativ große Oberfläche in dem Rohrbündel 4 verursacht jedoch eine verstärkte Reibung, so daß die Druckwelle schon beim ersten Durchlauf durch das Rohrbündel 4 stark gedämpft wird. Die nun aus dem Rohrbündel 4 austretende, bereits gedämpfte Druckwelle wird nun an dem Druckregler 5 reflektiert. Sollte der Druck im Meßrohr 2 durch die Druckwelle kurzfristig über den vorgegebenen Wert steigen, so hebt die Membran 7 von der Ablaufleitung 10 ab und es fließt solange Flüssigkeit ab, bis die Ablaufleitung 10 durch die Membran 7 wieder verschlossen wird, also bis der Druck im Meßrohr 2 bzw. in der Kammer 8 wieder knapp unterhalb des in der Kammer 9 herrschenden Druckes liegt. Die vom Druckregler 5 reflektierte Druckwelle wandert nun wieder durch das Rohrbündel 4 und erfährt dabei eine erneute Dämpfung. Die Druckwelle wird schließlich an der Einspritzdüse 1 wieder reflektiert und läuft erneut auf das Rohrbündel 4 zu. Infolge der verstärkten Reibung in dem Rohrbündel 4 ist auch die letzte Restwelligkeit im Leitungssystem schon nach kurzer Zeit gedämpft, so daß auf jeden Fall gewährleistet ist, daß der Meßrohrinhalt bis zum Beginn der folgenden Einspritzung vollkommen zur Ruhe gekommen ist. Eine Verfälschung des Meßergebnisses infolge einer etwaigen Überlagerung der eigentlichen Druckwelle durch eine im Leitungssystem noch vorhandenen Restwelligkeit vorangegangener Einspritzungen ist damit ausgeschlossen. Dies gilt sowohl für kurz aufeinander folgende Einspritzungen, wie dies bei hohen Brennkraftmaschinendrehzahlen der Fall ist als auch für große Einspritzmengen, wie dies bei hoher Brennkraftmaschinenlast der Fall ist.

Die Kammer 9 des Druckreglers 5 muß nicht unbedingt an eine steuerbare Druckquelle angeschlossen sein, sie kann auch hermetisch abgeschlossen sein. Der Standdruck im Meßrohr kann damit jedoch nur auf einen bestimmten Wert eingeregelt werden.

Anstelle mittels Dehnmeßstreifen kann der Druckverlauf im Meßrohr auch mit Hilfe eines Piezo-Druck-

gebers ermittelt werden, welcher über eine Meßbohrung mit der Meßrohrflüssigkeit in Verbindung steht.

Zur Reduzierung der Baulänge ist es zweckmäßig, das aus Meßrohr und Rohrbündel bestehende Leitungssystem als Rohrspirale mit mehreren Rohrwindungen auszuführen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes der aus einer Kraftstoffeinspritzdüse einer luftverdichtenden Einspritzbrennkraftmaschine austretenden Kraftstoffmenge mit einem an die Einspritzdüse angeschlossenen, flüssigkeitsbefüllten Meßrohr, in dessen Verlauf eine Einrichtung zur Einstellung eines vorgegebenen Druckes in dem Meßrohres und eine Einrichtung zur Dämpfung von durch die Flüssigkeit laufenden Druckwellen vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Dämpfung der Druckwellen ein aus mehreren Dämpfungsrohren (3) geringen Querschnittes bestehendes Rohrbündel (4) ist, wobei die Summe der Einzelquerschnitte der Dämpfungsrohre (3) wenigstens nahezu gleich dem Querschnitt des Meßrohres (2) ist und daß die Druckeinstelleinrichtung ein hinter dem Rohrbündel (4) vorgesehener Druckregler (5) ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckregler (5) ein gasdruckbeaufschlagtes Membranventil ist, welches oberhalb eines vorgegebenen Standdruckes im Meßrohr (2) geöffnet, ansonsten geschlossen ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Membranventil (5) zwei durch eine Membran (7) getrennte Kammern (8 und 9) aufweist, von denen die erste Kammer (8) mit dem Meßrohr (2) und mit einer Ablaufleitung (10) verbunden ist, wobei der Querschnitt der Ablaufleitung (10) über die Membran (7) steuerbar ist und daß die zweite Kammer (9) mit einem dem vorgegebenen Standdruck entsprechenden Druck beaufschlagt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kammer (9) an eine steuerbare Druckquelle angeschlossen ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Konstanthaltung der Temperatur des Meßrohres (2) und des Rohrbündels (4) vorgesehen ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungsrohrbündel (4) aus 11 Einzelrohren (3) mit einem Innendurchmesser von jeweils 1,5 mm besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

